



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112440754 A

(43)申请公布日 2021. 03. 05

(21)申请号 201910821565.9

(22)申请日 2019.09.02

(71)申请人 香港城市大学

地址 中国香港九龙

(72)发明人 刘春华 肖扬

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 薛平 谷敬丽

(51)Int.Cl.

B60L 15/00(2006.01)

B60L 53/20(2019.01)

B60L 50/40(2019.01)

B60L 50/50(2019.01)

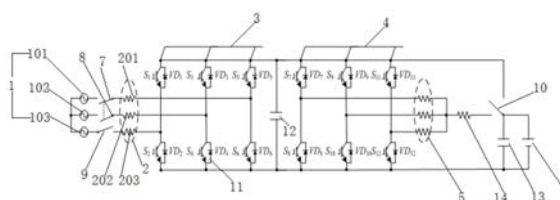
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种电动汽车车载充电系统

(57)摘要

本发明公开了一种电动汽车车载充电系统，该系统包括：顺次串联的三相电源、第一三相电机、第一三相逆变器、第二三相逆变器、第二三相电机、电池组、第一接触器、第二接触器、第三接触器、第四接触器。三相电源包括上路电源、中路电源和下路电源，第一三相电机包括上绕组、中绕组和下绕组。第一接触器的一端与上绕组连接，另一端用于与上路电源或中绕组连接。第二接触器的一端与中绕组连接，另一端用于与中路电源或下绕组连接。第三接触器的一端与下路电源连接，另一端与下绕组连接。第四接触器的一端与电池组连接，另一端与第二三相电机或第二三相逆变器连接。本发明无需额外增加电感器即可完成充电作业，结构简单，体积较小，生产成本较低。



1. 一种电动汽车车载充电系统,其特征在于,包括:顺次串联的三相电源(1)、第一三相电机(2)、第一三相逆变器(3)、第二三相逆变器(4)、第二三相电机(5)、电池组(6),所述三相电源(1)包括上路电源(101)、中路电源(102)和下路电源(103),所述第一三相电机(2)包括上绕组(201)、中绕组(202)和下绕组(203);

第一接触器(7),一端与所述上绕组(201)连接,另一端用于与所述上路电源(101)或所述中绕组(202)连接;

第二接触器(8),一端与所述中绕组(202)连接,另一端用于与所述中路电源(102)或所述下绕组(203)连接;

第三接触器(9),一端与所述下路电源(103)连接,另一端用于与所述下绕组(203)连接;

第四接触器(10),一端与所述电池组(6)连接,另一端用于与所述第二三相电机(5)或所述第二三相逆变器(4)连接;

所述第一三相逆变器(3)和所述第二三相逆变器(4)分别包括三个并联的桥臂,且每个所述桥臂上设置有两个上下串联的功率器件(11)。

2. 如权利要求1所述的电动汽车车载充电系统,其特征在于,还包括:第一电容(12)和第二电容(13);

所述第一电容(12)与所述第一三相逆变器(3)并联;

所述第二电容(13)与所述电池组(6)并联。

3. 如权利要求2所述的电动汽车车载充电系统,其特征在于,所述第二电容(13)为滤波电容。

4. 如权利要求1所述的电动汽车车载充电系统,其特征在于,还包括:平波电抗器(14),两端分别用于与所述第二三相电机(5)和所述第四接触器(10)连接。

5. 如权利要求1所述的电动汽车车载充电系统,其特征在于,所述功率器件(11)包括:绝缘栅双极型晶体管和二极管。

6. 如权利要求1所述的电动汽车车载充电系统,其特征在于,所述第一三相电机(2)的三个绕组分别与所述第一三相逆变器(3)三个桥臂的中点连接。

7. 如权利要求1所述的电动汽车车载充电系统,其特征在于,所述第二三相电机(5)的三个绕组分别与所述第二三相逆变器(4)三个桥臂的中点连接。

8. 如权利要求1所述的电动汽车车载充电系统,其特征在于,所述系统的运行模式包括:电动模式和充电模式。

9. 如权利要求8所述的电动汽车车载充电系统,其特征在于,当系统运行电动模式时,所述第三接触器(9)断开;

所述上绕组(201)与所述中绕组(202)通过所述第一接触器(7)连接;

所述中绕组(202)与所述下绕组(203)通过所述第二接触器(8)连接;

所述电池组(6)与所述第二三相逆变器(4)通过所述第四接触器(10)连接。

10. 如权利要求8所述的电动汽车车载充电系统,其特征在于,当系统运行充电模式时,所述上绕组(201)与所述上路电源(101)通过所述第一接触器(7)连接;

所述中绕组(202)与所述中路电源(102)通过所述第二接触器(8)连接;

所述下绕组(203)与所述下路电源(103)通过所述第三接触器(9)连接;

所述电池组 (6) 与所述第二三相电机 (5) 通过所述第四接触器 (10) 连接。

一种电动汽车车载充电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电动汽车领域,尤其涉及一种电动汽车车载充电系统。

背景技术

[0002] 随着化石燃料的减少,环境问题的加剧,全球对清洁高效能源的需求日益增大。电动汽车相比于传统燃油汽车,具有排放小,能量转换率高的特点,成为汽车行业发展的重要方向。目前,电动汽车一般使用逆变器驱动电机,即利用电池组输出的高压直流电通过逆变器转换成三相交流输出到电机。

[0003] 现有技术的充电机一般包括:双向直流交换器、控制电路、电感器等,在作业时,利用逆变器的部分元器件形成整流器,外加电感器利用单相交流电源对电池组进行充电。当充电时,需要通过开关切断逆变器与电机三相绕组之间的连接,并使单相供电电源通过电感器与逆变器连接,通过整流器转换成直流电对电池组进行充电。

[0004] 发明人发现现有技术至少存在以下问题:

[0005] 现有技术结构复杂,需要额外增加电感器,导致充电机结构复杂,体积大,生产成本低。

发明内容

[0006] 本发明实施例提供一种电动汽车车载充电系统,用以简化结构,减小体积,降低生产成本,该系统包括:顺次串联的三相电源、第一三相电机、第一三相逆变器、第二三相逆变器、第二三相电机、电池组,所述三相电源包括上路电源、中路电源和下路电源,所述第一三相电机包括上绕组、中绕组和下绕组;

[0007] 第一接触器,一端与所述上绕组连接,另一端用于与所述上路电源或所述中绕组连接;

[0008] 第二接触器,一端与所述中绕组连接,另一端用于与所述中路电源或所述下绕组连接;

[0009] 第三接触器,一端与所述下路电源连接,另一端用于与所述下绕组连接;

[0010] 第四接触器,一端与所述电池组连接,另一端用于与所述第二三相电机或所述第二三相逆变器连接;

[0011] 所述第一三相逆变器和所述第二三相逆变器分别包括三个并联的桥臂,且每个所述桥臂上设置有两个上下串联的功率器件。

[0012] 可选的,所述系统还包括:第一电容和第二电容;

[0013] 所述第一电容与所述第一三相逆变器并联;

[0014] 所述第二电容与所述电池组并联。

[0015] 可选的,所述第二电容为滤波电容。

[0016] 可选的,所述系统还包括:平波电抗器,两端分别用于与所述第二三相电机和所述第四接触器连接。

- [0017] 可选的,所述功率器件包括:绝缘栅双极型晶体管和二极管。
- [0018] 可选的,所述第一三相电机的三个绕组分别与所述第一三相逆变器三个桥臂的中点连接。
- [0019] 可选的,所述第二三相电机的三个绕组分别与所述第二三相逆变器三个桥臂的中点连接。
- [0020] 可选的,所述系统的运行模式包括:电动模式和充电模式。
- [0021] 可选的,当系统运行电动模式时,所述第三接触器断开;
- [0022] 所述上绕组与所述中绕组通过所述第一接触器连接;
- [0023] 所述中绕组与所述下绕组通过所述第二接触器连接;
- [0024] 所述电池组与所述第二三相逆变器通过所述第四接触器连接。
- [0025] 可选的,当系统运行充电模式时,所述上绕组与所述上路电源通过所述第一接触器连接;
- [0026] 所述中绕组与所述中路电源通过所述第二接触器连接;
- [0027] 所述下绕组与所述下路电源通过所述第三接触器连接;
- [0028] 所述电池组与所述第二三相电机通过所述第四接触器连接。
- [0029] 本发明实施例中,通过设置顺次串联的三相电源、第一三相电机、第一三相逆变器、第二三相逆变器、第二三相电机、电池组,组成了双电机系统,具有更优越的输出性能。通过设置第一接触器、第二接触器、第三接触器、第四接触器,并控制分别控制第一接触器、第二接触器、第三接触器与三相电源、第一三相电机的连接关系,第四接触器与电池组、第二三相逆变器、第二三相电机的连接关系,可以实现电动模式和充电模式。综上,本发明无需额外增加电感器即可完成充电作业,结构简单,体积较小,生产成本较低。

附图说明

[0030] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。在附图中:

[0031] 图1为本发明实施例中电动汽车车载充电系统的结构示意图;

[0032] 图2为本发明实施例中第一三相逆变器桥臂的整流控制图;

[0033] 图3为本发明实施例中第二三相逆变器的充电控制图。

[0034] 附图标记如下:

- [0035] 1 三相电源,
- [0036] 101 上路电源,
- [0037] 102 中路电源,
- [0038] 103 下路电源,
- [0039] 2 第一三相电机,
- [0040] 201 上绕组,
- [0041] 202 中绕组,
- [0042] 203 下绕组,

[0043]	3	第一三相逆变器，
[0044]	4	第二三相逆变器，
[0045]	5	第二三相电机，
[0046]	6	电池组，
[0047]	7	第一接触器，
[0048]	8	第二接触器，
[0049]	9	第三接触器，
[0050]	10	第四接触器，
[0051]	11	功率器件，
[0052]	12	第一电容，
[0053]	13	第二电容，
[0054]	14	平波电抗器。

具体实施方式

[0055] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚明白，下面结合附图对本发明实施例做进一步详细说明。在此，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，但并不作为对本发明的限定。

[0056] 本发明实施例提供了一种电动汽车车载充电系统，如附图1所示，该系统包括：顺次串联的三相电源1、第一三相电机2、第一三相逆变器3、第二三相逆变器4、第二三相电机5、电池组6、第一接触器7、第二接触器8、第三接触器9、第四接触器10。其中，三相电源1包括上路电源101、中路电源102和下路电源103，第一三相电机2包括上绕组201、中绕组202和下绕组203。第一接触器7的一端与上绕组201连接，另一端用于与上路电源101或中绕组202连接。第二接触器8的一端与中绕组202连接，另一端用于与中路电源102或下绕组203连接。第三接触器9的一端与下路电源103连接，另一端用于与下绕组203连接。第四接触器10的一端与电池组6连接，另一端用于与第二三相电机5或第二三相逆变器4连接。第一三相逆变器3和第二三相逆变器4分别包括三个并联的桥臂，且每个桥臂上设置有两个上下串联的功率器件11。

[0057] 其中，第二三相电机5可以为永磁电机。

[0058] 功率器件11包括：绝缘栅双极型晶体管 (Insulated Gate Bipolar Transistor, 简称IGBT) 和二极管 (Varicap Diode, 简称VD)。

[0059] 其中，IGBT是由BJT(双极型三极管)和MOS(绝缘栅型场效应管)组成的复合全控型电压驱动式功率半导体器件，兼有MOSFET的高输入阻抗和GTR的低导通压降两方面的优点。其中，GTR饱和压降低，载流密度大，但驱动电流较大；MOSFET驱动功率很小，开关速度快，但导通压降大，载流密度小。IGBT综合了以上两种器件的优点，驱动功率小而饱和压降低。

[0060] 如附图1所示，第一三相逆变器3上的S1-S6绝缘栅双极型晶体管、VD1-VD6二极管与电池组6、第一三相电机2的连接关系如下：

[0061] S₁的集电极、二极管VD₁的阴极与电池组6正极相连。S₁的发射极、二极管VD₁的阳极与S₂的集电极、二极管VD₂的阴极相连，且从该处引出该桥臂的中点与第一三相电机2绕组相连。S₂的发射集与二极管VD₂的阳极相接于电池组6的负极。S₃的集电极、二极管VD₃的阴极与

电池组6正极相连。 S_3 的发射极、二极管 VD_3 的阳极与 S_4 的集电极、二极管 VD_4 的阴极相连,且从该处引出该桥臂的中点与第一三相电机2绕组相连。 S_4 的发射集与二极管 VD_4 的阳极相接于电池组6的负极。 S_5 的集电极、二极管 VD_5 的阴极与电池组6正极相连。 S_5 的发射极、二极管 VD_5 的阳极与 S_6 的集电极、二极管 VD_6 的阴极相连,且从该处引出该桥臂的中点与第一三相电机2绕组相连。 S_6 的发射集与二极管 VD_6 的阳极相接于电池组6的负极。

[0062] 第二三相逆变器4与电池组6、第二三相电机5的连接关系与上述连接关系一致。

[0063] 本发明实施例提供的电动汽车车载充电系统的运行模式包括:电动模式和充电模式。

[0064] 当系统运行电动模式时,第三接触器9断开,利用第一接触器7将上绕组201与中绕组202连接,利用第二接触器8将中绕组202与下绕组203连接,利用第四接触器10将电池组6与第二三相逆变器4连接。此时,利用电池组6为第一三相逆变器3和第二三相逆变器4供电,通过第一三相逆变器3和第二三相逆变器4将直流电转换为交流电并分别传向第一三相电机2和第二三相电机5,实现对两个电机的驱动。

[0065] 当系统运行充电模式时,利用第一接触器7将上绕组201与上路电源101连接,利用第二接触器8将中绕组202与中路电源102连接,利用第三接触器9将下绕组203与下路电源103连接,利用第四接触器10将电池组6与第二三相电机5连接。此时,第一三相逆变器3的三个桥臂运行在脉冲宽度调制模式(Pulse width modulation,简称PWM),第二三相逆变器4三个桥臂的上桥臂IGBT同步导通或关断,下桥臂IGBT始终保持关断。(由于三相整流电压高于电池充电电压,所以需要降压才能对电池组6安全充电。第一三相逆变器3的桥臂实现整流功能,第二三相逆变器4的桥臂实现降压功能,因此,工作在降压功能时,第二三相逆变器4的下桥臂始终保持关断)。

[0066] 具体地,在充电模式中,第二三相逆变器4可以实现三种降压模式:单相降压模式,两相并联降压模式和三相并联降压模式。其中,单相工作模式是指仅上述绝缘栅双极型晶体管 S_7 和 S_8 工作在降压模式。两相并联降压是指仅 S_7, S_8, S_9 和 S_{10} 工作在降压模式。三相并联是指 $S_7, S_8, S_9, S_{10}, S_{11}$ 和 S_{12} 都工作在降压模式,第二三相逆变器4的在充电模式下的具体电控图参见附图3,根据充电要求给定参考充电电压或者充电电流大小,经过PI控制器环变成占空比,实现电池组6充电闭环控制。

[0067] 具体地,当第一三相逆变器3运行在充电模式中时,采用基于双闭环前馈解耦控制实现单位功率因数运行。如附图2所示,其外环采用直流电压闭环,内环采用dq轴电流内环(dq轴是第一三相逆变器3通过三相到两相旋转直流变换得到)。由于内环存在dq轴耦合,所以采用三个PI控制器和前馈控制实现解耦,并通过控制dq轴电流分量为0实现单位功率因数运行。

[0068] 其中,PI控制器实现第一三相逆变器3桥臂的整流功能,把三相交流电变成直流电。该直流电经过降压变换后供电给电池组6。

[0069] 采用三个PI控制器和前馈分量实现电流解耦针对第一三相电机2充电过程中的交流电流产生的转矩,可通过松开离合,使用手刹等装置使电机1保持静止。

[0070] 当第二三相逆变器4运行在充电模式中时,可以自由切换三种供电模式,当桥臂出现故障时还可以运行在单相或两相容错充电模式。

[0071] 本发明实施例提供的电动汽车车载充电系统,通过设置顺次串联的三相电源1、第

一三相电机2、第一三相逆变器3、第二三相逆变器4、第二三相电机5、电池组6,组成了双电机系统,具有更优越的输出性能。通过设置第一接触器7、第二接触器8、第三接触器9、第四接触器10,并控制分别控制第一接触器7、第二接触器8、第三接触器9与三相电源1、第一三相电机2的连接关系,第四接触器10与电池组6、第二三相逆变器4、第二三相电机5的连接关系,可以实现电动模式和充电模式。综上,本发明无需额外增加电感器即可完成充电作业,结构简单,体积较小,生产成本较低。

[0072] 在本发明实施例中,为了存储电荷,如附图1所示,该系统还包括:第一电容12和第二电容13。其中,第一电容12与第一三相逆变器3并联;第二电容13与电池组6并联。

[0073] 进一步地,第二电容13可以为滤波电容。通过使用滤波电容,可以降低交流脉动波纹系数,提升高效平滑直流输出。

[0074] 在本发明实施例中,如附图1所示,该系统还包括:平波电抗器14。平波电抗器14的两端分别用于与第二三相电机5和第四接触器10连接。

[0075] 通过设置平波电抗器14,并使其两端分别与第二三相电机5和第四接触器10连接,可以实现电流连续工作,此时结合同步脉宽调制(即PWM)的方式可以减小第二三相电机5绕组电流纹波,进而降低第二三相电机5损耗,获得更高的充电效率。此外由于第二三相电机5绕组的充电电流为直流电,因此,第二三相电机5可保持静止。

[0076] 其中,PWM脉冲的占空比根据充电要求进行电压闭环的快速充电或电流闭环的涓流充电得到。占空比调节范围宽,可实现144V-576V的电压调节,满足大部分电动汽车电压等级,且符合国际标准。

[0077] 综上所述,本发明基于双闭环前馈解耦控制实现单位功率因数运行,针对电机绕组电感过小导致的电流断续问题,通过在输出直流母线侧增设平波电抗器14来实现电流连续工作模式,并结合同步脉宽调制(PWM)以减小电机相绕组电流纹波,进而降低永磁电机电磁损耗。相比于传统的车载充电机,本发明在双电机系统中共用电动汽车内部固有的两套逆变器、传感器、控制器和永磁电机绕组,且无需增加额外的电感器,故成本更低,体积更小,性能更强。且本发明可通过第一接触器7、第二接触器8、第三接触器9、第四接触器10的组合自由切换充电和电动模式,该充电系统具备三种充电模式,即单相降压模式,两相并联降压模式和三相并联降压模式,电压调节范围广,满足大部分电动汽车电池充电电压等级要求。

[0078] 此外,针对市场上普遍使用的交错PWM控制,本发明采用外加电感滤波的同步PWM控制,可实现直流变换器电流连续模式,输出电流纹波相比于传统单相降压式变换电路(即BUCK电路)减少85%以上,对电池组6伤害更小,使电池组6的使用寿命更长,并且,充电电流纹波较低可降低永磁电机绕组损耗。其次,本发明采用多相并联逆变器,可获得更高的功率因数。

[0079] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

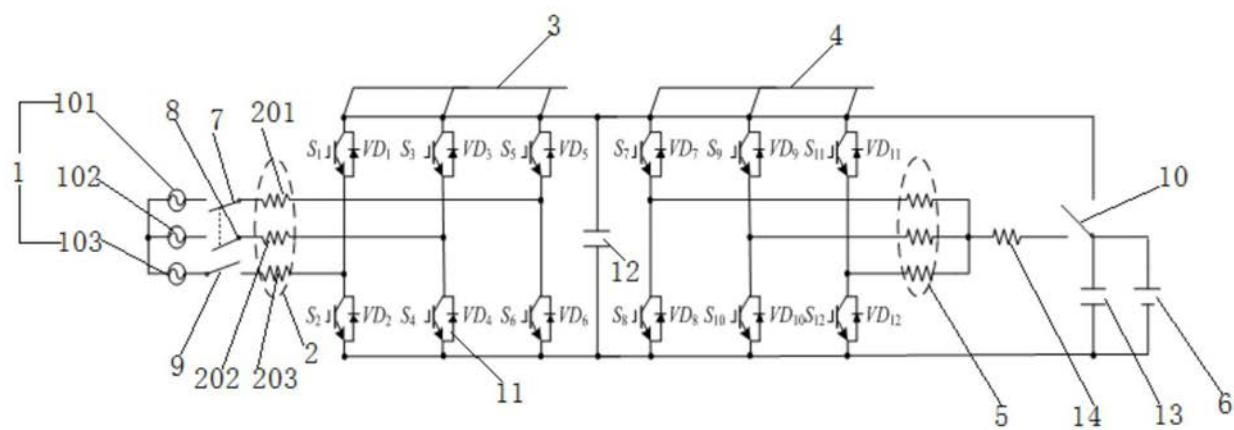


图1

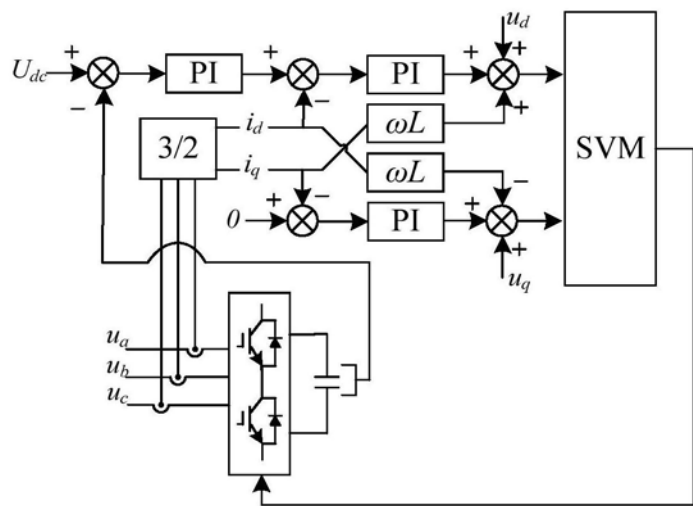


图2

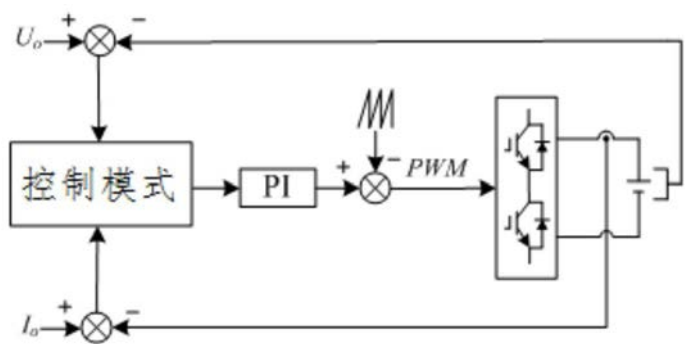


图3